

Otrzymany: 14.10.2019
Zaakceptowany: 28.09.2020

Wojciech Lichota
Uniwersytet Rzeszowski

Zastosowanie modeli logitowych do zdiagnozowania zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw

THE USE OF LOGISTIC MODELS TO DIAGNOSE THE RISK OF BANKRUPTCY IN ENTERPRISES

W artykule zostały zaprezentowane wybrane modele regresji logistycznej, które służą do analizy przedsiębiorstw w zakresie zagrożenia bankructwem jak i zmiany w sytuacji finansowej. Jak wynika z literatury z zakresu finansów do oceny kondycji finansowej przedsiębiorstwa należy zastosować odpowiednie metody. Błędna ocena może przynieść przykre konsekwencje dla przedsiębiorstwa, w postaci podjęcia nietrafionych decyzji przez zarządzających, odmowy udzielenia kredytu bankowego lub niepodjęcia współpracy przez dostawców i odbiorców. Celem artykułu była weryfikacja skuteczności predykcji 12 modeli regresji logistycznej, które pozwalają na dokonanie oceny zagrożenia bankructwem przedsiębiorstwa a także zajęcia stanowiska odnośnie przyszłej kondycji finansowej. Próba badawcza wynosiła 40 przedsiębiorstw, w tym 8 przedsiębiorstw, dla których został złożony wniosek o upadłość. Jak wynika z przeprowadzonych badań, poszczególne modele odznaczają się różną sprawnością ogólną, która wyniosła od 54% do 98%. Ponadto wykazano, że wraz ze wzrostem wskaźników analizy finansowej użytych w konstrukcji funkcji nie zwiększa się sprawność poszczególnych modeli.

Autor podsumowuje, że w celu uniknięcia ryzyka przeprowadzenia niewiarygodnej oceny kondycji finansowej przedsiębiorstwa, należy zastosować co najmniej kilka modeli logitowych.

Słowa kluczowe: kondycja finansowa, modele wczesnego ostrzegania, analiza finansowa

JEL Codes: G17, G32, G33

Wstęp

Zainteresowanie kondycją finansową przedsiębiorstw wykazuje wiele podmiotów funkcjonujących na rynku. W pierwszej kolejności informacje gromadzą zarządzający przedsiębiorstwami, częstokroć będąc ich właścicielami lub współwłaścicielami. W dalszej kolejności są to np. instytucje finansowe, kooperanci, konkurenci, udziałowcy. Duże znaczenie ma więc właściwe dokonanie oceny kondycji finansowej. Jak wynika z literatury z zakresu finansów do oceny kondycji finansowej konkretnego przedsiębiorstwa należy zastosować odpowiednie metody. Błędna ocena może przynieść przykre konsekwencje dla przedsiębiorstwa, w postaci podjęcia nietrafionych decyzji przez zarządzających, odmowy udzielenia kredytu bankowego lub niepodjęcia współpracy przez dostawców i odbiorców. Większość metod oceny kondycji finansowej opiera się na wskaźnikach analizy finansowej. Jednakże zastosowanie wyłącznie tradycyjnej analizy wskaźnikowej może nie pozwolić na zajęcie jednoznacznego

stanowiska bowiem nadmiar wskaźników dość często zaciemnia obraz kondycji przedsiębiorstw, utrudniając podejmowanie decyzji¹. W celu ułatwienia podejmowania decyzji zostały opracowane syntetyczne metody oceny kondycji, które składają się z kilku lub kilkunastu wskaźników analizy finansowej. Metody te zostały opracowane na przestrzeni kilkunastu lat, w różnych uwarunkowaniach makroekonomicznych. Dlatego też zasadna jest cykliczna weryfikacja, czy wspomniane metody nie utraciły swojej wiarygodności diagnostycznej.

Celem niniejszego artykułu jest weryfikacja skuteczności predykcji 12 modeli regresji logistycznej, które pozwalają na dokonanie oceny zagrożenia bankructwem przedsiębiorstwa a także zajęcia stanowiska odnośnie przyszłej kondycji finansowej. Próba badawcza wynosi 40 przedsiębiorstw, w tym 8 przedsiębiorstw, dla których został złożony wniosek o upadłość. Dane finansowe dotyczące przedsiębiorstw prowadzących działalność dotyczą 2016 r., przy czym przedsiębiorstwa te kontynuowały działalność w 2017 r. Przyjęto również następującą hipotezę badawczą. Im większa liczba wskaźników przyjętych do obliczenia wartości funkcji tym skuteczniejszy model.

Podstawy teoretyczne

Badania nad zastosowaniem regresji logistycznej, czyli tzw. modeli logitowych, opartych na innych niż w analizie dyskryminacyjnej zasadach estymacji parametrów rozpoczęto na przełomie lat 70. i 80. XX wieku. Dotychczas przeprowadzono wiele badań dotyczących skuteczności metod analizy finansowej w odniesieniu do oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw². Weryfikacji poddano metody w zależności od czasu ich opracowania, liczby zmiennych użytych do konstrukcji modelu, czy też branży, w której funkcjonuje przedsiębiorstwo.

Jak wynika z przeprowadzonych badań „nie ma jednego, jedynie słusznego i najlepszego modelu oceny zagrożenia przedsiębiorstwa upadłością”³, „w warunkach polskiej gospodarki praktycznie nie jest możliwe sformułowanie jednej funkcji, która zachowałaby walory prognostyczne przez dziesięciolecie”⁴, należy wykorzystywać modele skonstruowane „nie później niż w ostatnim dziesięcioleciu”⁵, „wśród metod statystycznych najskuteczniejsza w prognozowaniu upadłości firm jest najpopularniejsza

¹ E. Mączyńska: Ocena kondycji przedsiębiorstwa. *Życie Gospodarcze*, nr 38/1994, s.42.

² R. Balina: Skuteczność wybranych modeli dyskryminacyjnych na przykładzie branży robót budowlanych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, nr 689/2012, s.231-238; R. Pitera: Ocena wiarygodności wybranych modeli wczesnego ostrzegania w badaniu kondycji finansowej przedsiębiorstwa, [w:] *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 514/2018, s. 342-354; S. Juszcyk, R. Balina: Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw spedycyjnych jako bankowe narzędzie decyzyjne. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, nr 78/2009, s. 161-174; K. Rusiecki, A. Białek-Jaworska: Systemy wczesnego ostrzegania o zagrożeniu upadłością przedsiębiorstw z sektora budowlanego – porównanie analizy dyskryminacyjnej i modelu logitowego. *Ekonomia. Rynek, gospodarka, społeczeństwo*, nr 43/2015, s. 137-160.

³ E. Mączyńska, M. Zawadzki: Dyskryminacyjne modele predykcji bankructwa przedsiębiorstw. *Ekonomista*, nr 2/2006, s. 228.

⁴ A. Hołda: Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej ZH. „*Rachunkowość*”, nr 5/2001, s. 310.

⁵ G. Gołębiowski, A. Tłaczała: *Analiza ekonomiczno-finansowa w ujęciu praktycznym*. Difin, Warszawa 2005, s. 158.

na świecie wielowymiarowa analiza dyskryminacyjna⁶. Należy również mieć na uwadze, że „modele opierają się zazwyczaj na danych wewnętrznych przedsiębiorstwa, nie uwzględniając aktualnej sytuacji rynkowej”⁷, natomiast „powody bankructwa mogą wynikać zarówno z czynników endogenicznych jak i egzogenicznych”⁸. Powyższe stwierdzenia dotyczą zarówno analizy dyskryminacyjnej jak i regresji logistycznej ponieważ metody te opierają się na funkcji liniowej.

Badania w zakresie przydatności modeli regresji logistycznej do oceny zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw przeprowadzane były również za granicą. Puagwatana S. i Gunawardana K. opisali model regresji logistycznej do przewidywania niepowodzeń biznesowych w przemyśle technologicznym w Tajlandii. Autorzy stwierdzili, że jednym ze sposobów ulepszenia modelu jest dodanie większej liczby współczynników co spowoduje, że przewidywalność bankructwa będzie dokładniejsza. Ponadto wskazali, że konstruując model należy uwzględnić istniejące warunki makroekonomiczne⁹. Z kolei Słowaccy naukowcy stwierdzili, że model regresji logistycznej powinien obejmować informację o wielkości firmy, ponieważ jest to istotny predyktor prawdopodobieństwa trudności finansowych przedsiębiorstw¹⁰. Warto zauważyć, że E. Belyaeva skonstruowała model regresji logistycznej do prognozowania upadłości w branży IT¹¹. Natomiast K. Halteh w swoim artykule skonkludował, że bankructwo w firmach można dokładniej przewidzieć, stosując różne modele do poszczególnych branż¹².

„Regresja logistyczna jest metodą służącą do opisu wpływu zbioru zmiennych objaśniających na zmienną jakościową. Możemy określić prawdopodobieństwo, z jakim w przyszłości wystąpi określony wariant zmiennej objaśnianej, w zależności od działania innych czynników (zmiennych niezależnych). Najczęściej stosowany sposób kodowania zmiennych jest następujący:

$$Y = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli dany wariant wystąpi} \\ 0, & \text{jeżeli dany wariant nie wystąpi} \end{cases} \quad (1)$$

gdzie:

Y oznacza zmienną objaśnianą (prognozowaną), o rozkładzie prawdopodobieństwa:

$$P(Y = 1) = p,$$

$$P(Y = 0) = q, \quad (2)$$

$$a \ p+q=1.$$

⁶ T. Korol: Systemy ostrzegania przedsiębiorstw przed ryzykiem upadłości. Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2010, s. 158.

⁷ W. Lichota: Wykorzystanie modeli logitowych do oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw funkcjonujących w specjalnych strefach ekonomicznych w Polsce, [w:] Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 440/2016, s. 376.

⁸ T. Korol: Evaluation of the factors influencing business bankruptcy risk in Poland. Financial Internet Quarterly „e-Finanse” vol.13, nr 2/2017, s. 25.

⁹ S. Puagwatana, K. Gunawardana, Logistic Regression Model for Business Failures Prediction of Technology Industry in Thailand. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2932026>, 2012.

¹⁰ M. Durica, K. Valaskova, K. Janoskova, Logit business failure prediction in V4 countries. “Engineering Management in Production and Services”, vol. 11, nr 4/2019, p. 54-64.

¹¹ E. Belyaeva, On a new logistic regression model for bankruptcy prediction in the IT branch. Department of Mathematics, Uppsala University, 2014, pp. 50.

¹² K. Halteh, Bankruptcy prediction of industry-specific businesses using logistic regression. “Journal of Global Academic Institute Business & Economics”, vol. 1, nr 2/2015, p. 151-163.

Jeżeli za Z przyjmiemy liniową kombinację zmiennych objaśniających, obrazujących zmienne mające wpływ na zmienną prognozowaną, możemy ją zapisać jako:

$$Z = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n, \quad (3)$$

Wartości oszacowania współczynników a_0, a_1, \dots, a_k pozwalają na obliczenie wspomnianego wcześniej prawdopodobieństwa wystąpienia danego wariantu zmiennej zależnej Z . Funkcja prawdopodobieństwa, w przypadku gdy zmienna zależna jest zmienną dychotomiczną, sprowadza się do funkcji logistycznej (regresji logistycznej, modelu logistycznego) i przyjmuje następującą postać:

$$p = P(Z) = 1/(1+e^{-z}) = e^z/(1+e^z)^{13}. \quad (4)$$

Materiał i metodyka badań

Suma iloczynów zmiennych, czyli wskaźników charakteryzujących kondycję przedsiębiorstw oraz statystycznie wyznaczonych parametrów funkcji, czyli wag tych wskaźników stanowi wartość funkcji logitowej. Wartość ta daje odpowiedź na pytanie, do której grupy należy badany obiekt, czy zagrożonych czy niezagrożonych bankrutem. Należy jednak obserwować trend indeksów Z-Score w czasie, który informuje o polepszającej lub pogarszającej się sytuacji finansowej a także dokonywać właściwej interpretacji, która musi być dostosowana do specyfiki danego sektora¹⁴.

Biorąc pod uwagę, że 32 przedsiębiorstwa objęte próbą badawczą w kolejnych latach prowadziły działalność, dlatego też wyniki otrzymane za pomocą poniżej zaprezentowanych modeli nie powinny wskazywać na bankrutwo przedsiębiorstw. Z kolei w przypadku 8 przedsiębiorstw zgłoszonych do upadłości wyniki jednoznacznie powinny wskazywać na zagrożenie bankrutem.

Obliczenia dla przedsiębiorstw prowadzących działalność zostały dokonane na podstawie sprawozdań za 2016 r., przy czym spółki te kontynuowały działalność w 2017 r. Dane spółek funkcjonujących pochodzą z bazy EMIS i zostały wygenerowane według następujących kryteriów. Spółki z branży IT, motoryzacyjnej oraz z portfela WIG 20 zostały wybrane w oparciu o wielkość aktywów, przy czym w przypadku spółek z portfela WIG 20 badania nie obejmują banków i ubezpieczycieli. Przedsiębiorstwa upadłe pochodzą z KRS i obejmują lata 2003-2013. Są to spółki z branży budowlanej, usługowej i produkcyjnej.

Do oceny kondycji finansowej zastosowano następujące funkcje logitowe:

$$1. Z_K = 2,0-10,19 \times X_1 - 4,58 \times X_2 - 0,57 \times X_3^{15}; \quad (5)$$

X_1 = zysk ze sprzedaży / wartość sumy bilansowej,

X_2 = (zysk netto + amortyzacja) / zobowiązania ogółem,

¹³ D. Grochowina, Wpływ metod imputacji danych na skuteczność klasyfikacyjną modelu logitowego zastosowanego do prognozowania upadłości przedsiębiorstw, Acta Universitatis Nicolai Copernici, *Ekonomia XLV* nr 2/2014, s. 189-190.

¹⁴ P. Antonowicz: Zastosowanie macierzy klasyfikacji przedsiębiorstw do oceny zdolności predykcyjnych 52 modeli Z-Score. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Nr 272/1, Zarządzanie i Marketing, z. 17/2010, s. 28.

¹⁵ T. Korol: Systemy ostrzegania przedsiębiorstw przed ryzykiem upadłości. Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2010, s. 110, 139-158 i 199.

X_3 = koszty operacyjne (bez pozostałych kosztów operacyjnych) / wartość zobowiązań krótkoterminowych,

$$2. Z_{W1} = 1,0 - X_1 - 0,256 \times X_2 - 0,044 \times X_3 - 4,373 \times X_4^{16}; \quad (6)$$

X_1 = aktywa obrotowe / zobowiązania krótkoterminowe,

X_2 = odsetki / (zysk na działalności gospodarczej + odsetki),

X_3 = (Przychody ze sprzedaży + Pozostałe przychody operacyjne, + Przychody finansowe) / Aktywa,

X_4 = zysk brutto / (Przychody ze sprzedaży + Pozostałe przychody operacyjne, + Przychody finansowe),

$$3. Z_{W5} = 2,0 - 2,0 \times X_1 - 0,323 \times X_2^{17}; \quad (7)$$

X_1 = aktywa obrotowe / zobowiązania krótkoterminowe,

X_2 = odsetki / (zysk na działalności gospodarczej + odsetki),

$$4. Z_{W6} = 1,03 - 2,0 \times X_1 - 0,323 \times X_2^{18}; \quad (8)$$

X_1 = aktywa obrotowe / zobowiązania krótkoterminowe,

X_2 = odsetki / (zysk na działalności gospodarczej + odsetki),

$$5. Z_{W7} = -4,0 - 6,0 \times X_1 + 9,37 \times X_2 - 2,088 \times X_3 + 1,317 \times X_4 + 0,04 \times X_5 - 4,217 \times X_6^{19}; \quad (9)$$

X_1 = aktywa obrotowe / zobowiązania krótkoterminowe,

X_2 = Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania / Aktywa

X_3 = odsetki / (zysk na działalności gospodarczej + odsetki),

X_4 = [(zysk netto / kapitał własny)] / [(zysk netto + odsetki x (1-obowiązkowe obciążenia wyniku finansowego/zysk brutto))/A]

X_5 = należności krótkoterminowe x liczba dni w okresie / przychody ze sprzedaży

X_6 = zysk ze sprzedaży / przychody ze sprzedaży

$$6. Z_{W8} = -4,0 - 4,0 \times X_1 + 11,441 \times X_2 - 2,0 \times X_3^{20}; \quad (10)$$

X_1 = aktywa obrotowe / zobowiązania krótkoterminowe,

X_2 = Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania / Aktywa

X_3 = odsetki / (zysk na działalności gospodarczej + odsetki),

$$7. Z_{G3} = 22,8748 \times X_1 - 5,5926 \times X_2 - 26,1083 \times X_3 + 4,3515^{21}; \quad (11)$$

X_1 = zysk brutto / przychody ze sprzedaży,

X_2 = Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania / Aktywa

X_3 = zapasy / przychody ze sprzedaży,

¹⁶ D. Wędzki: Zastosowanie logitowego modelu upadłości przedsiębiorstw. *Ekonomista*, Nr 5/2005, s. 701.

¹⁷ Ibidem

¹⁸ Ibidem

¹⁹ Ibidem

²⁰ Ibidem

²¹ M. Gruszczyński M: Modele mikroekonometrii w analizie i prognozowaniu zagrożenia finansowego przedsiębiorstw. Instytut Nauk Ekonomicznych PAN, Nr 34/2003, s. 18.

$$8. Z_{G7} = 1,2458 \times X_1 + 13,1907 \times X_2 - 4,4523 \times X_3^{22}; \quad (12)$$

X_1 = Inwestycje krótkoterminowe / zobowiązania krótkoterminowe,

X_2 = zysk operacyjny / Aktywa

X_3 = zobowiązania / Aktywa,

$$9. Z_{S1999} = -19 - 11 \times X_1 + 6 \times X_2 + 40 \times X_3 + 19 \times X_4^{23}; \quad (13)$$

X_1 = kapitał obcy/kapitał całkowity,

X_2 = (majątek obrotowy-zapasy)/zobowiązania bieżące,

X_3 = zysk netto na sprzedaży/kapitał całkowity,

X_4 = przychody ze sprzedaży/koszty działalności operacyjnej,

$$10. Z_{S2004} = 5,83 + 4,27 \times X_1 + 2,00 \times X_2 - 7,78 \times X_3^{24}; \quad (14)$$

X_1 = wynik z działalności gospodarczej / aktywa

X_2 = kapitał obrotowy netto / aktywa

X_3 = zobowiązania ogółem / aktywa,

$$11. Z_H = -0,52 + 4,50 \times X_1 - 7,98 \times X_2 + 0,93 \times X_3 + 2,31 \times X_4 + 7,32 \times X_5^{25}; \quad (15)$$

X_1 = majątek obrotowy/zobowiązania krótkoterminowe,

X_2 = (zobowiązania ogółem/suma bilansowa) *100%,

X_3 = przychody z ogółu działalności/średnioroczny majątek ogółem,

X_4 = (średnioroczne zobowiązania krótkoterminowe/ koszt sprzedanych produktów, towarów i materiałów) *360,

X_5 = (wynik netto/średnioroczny majątek ogółem) *100%,

$$12. Z_{H2006} = 1,659 + 16,609 \times X_1 + 2,442 \times X_2 - 5,40 \times X_3^{26}; \quad (16)$$

X_1 = wynik ze sprzedaży / koszty operacyjne,

X_2 = aktywa obrotowe / zobowiązania krótkoterminowe,

X_3 = zobowiązania i rezerwy na zobowiązania/ suma bilansowa.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie sprawozdań finansowych spółek, za pomocą metody regresji logistycznej została dokonana ocena zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw zarówno prowadzących działalność jak i zgłoszonych do upadłości. Wyniki poprawnych wskazań

²² Ibidem, s. 20.

²³ P. Stępień, T. Strąk: Wielowymiarowe modele logitowe oceny zagrożenia bankructwem polskich przedsiębiorstw, [w:] Czas na pieniądz. Zarządzanie finansami. Finansowanie przedsiębiorstw w Unii Europejskiej (red. D. Zarzecki). Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, t. 1/2004, s. 445.

²⁴ Ibidem s. 449.

²⁵ J. Pocięcha, B. Pawelek, M. Baryła, S. Augustyn: Statystyczne metody prognozowania bankructwa w zmieniającej się koniunkturze gospodarczej. Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2014, s. 130-131.

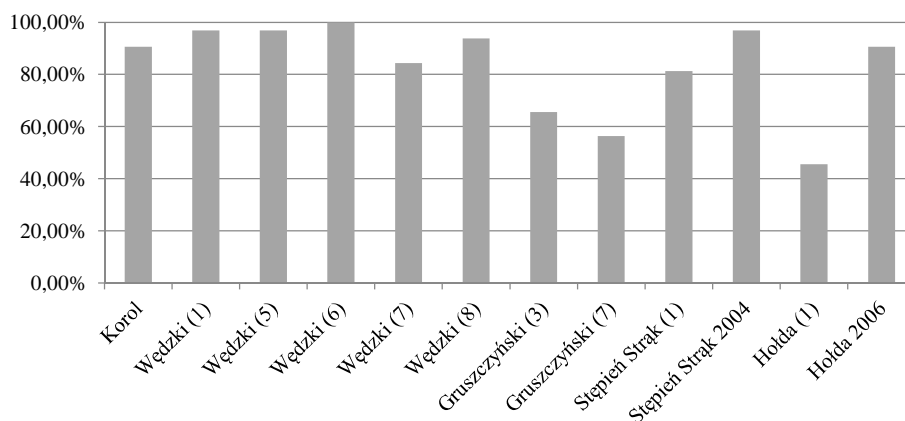
²⁶ A. Hołda: Zasada kontynuacji działalności i prognozowanie upadłości w polskich realiach gospodarczych. Zeszyty Naukowe, Seria Specjalna: Monografie, , Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, nr 174/2006, s. 184.

poszczególnych modeli w podziale na spółki z branży IT, motoryzacyjnej jak również spółki z portfela WIG20 i spółki zgłoszone do upadłości zostały zaprezentowane w tabeli 1.

Tabela 1. Poprawne wskazania modeli regresji logistycznej w ujęciu procentowym

Autor modelu	Przedsiębiorstwa z branży IT	Przedsiębiorstwa z branży motoryzacja	Przedsiębiorstwa z WIG20	Ogółem dla przedsiębiorstw kontynuujących działalność w 2017 r.	Przedsiębiorstwa zgłoszone do upadłości	Wskazania prawidłowe dla wszystkich przedsiębiorstw
Korol	100%	90%	83%	90,6%	75,0%	88%
Wędzki (1)	100%	100%	92%	96,9%	62,5%	90%
Wędzki (5)	100%	90%	100%	96,9%	75,0%	93%
Wędzki (6)	100%	100%	100%	100,0%	25,0%	85%
Wędzki (7)	80%	80%	92%	84,4%	75,0%	83%
Wędzki (8)	100%	90%	92%	93,8%	87,5%	93%
Gruszczyński (3)	50%	70%	75%	65,6%	100,0%	73%
Gruszczyński (7)	60%	50%	58%	56,3%	100,0%	65%
Stępień Strąk (1)	80%	80%	83%	81,3%	87,5%	83%
Stępień Strąk 2004	100%	90%	100%	96,9%	100,0%	98%
Hołda (1) ²⁷	57%	40%	40%	45,5%	83,3%	54%
Hołda 2006	100%	80%	92%	90,6%	87,5%	90%

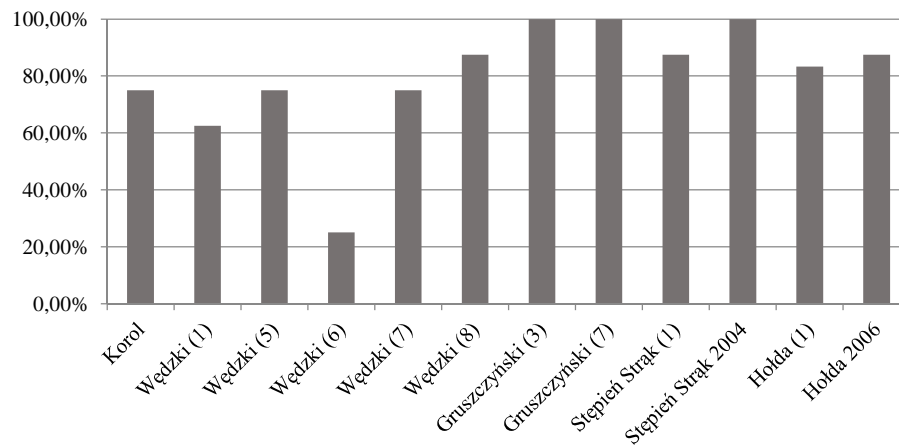
Źródło: opracowanie własne.



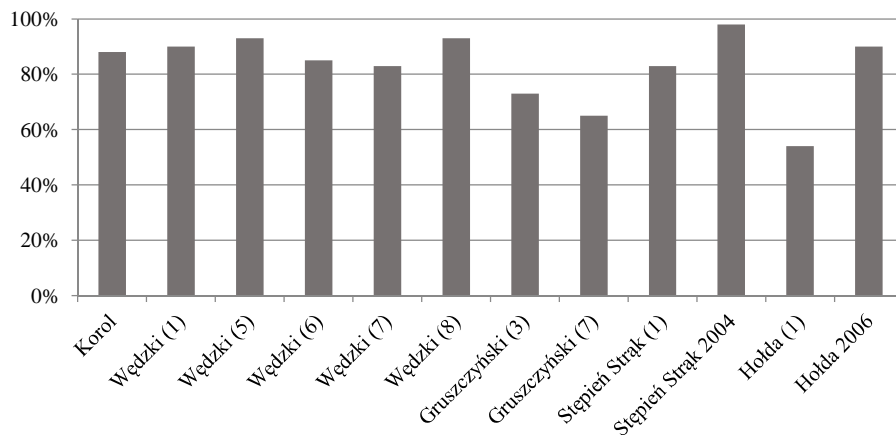
Wykres 1. Poprawne wskazania modeli regresji logistycznej dla przedsiębiorstw kontynuujących działalność w 2017 r.

Źródło: opracowanie własne.

²⁷ Zastosowanie tego modelu wymaga posiadania informacji nt. kosztu sprzedanych produktów, towarów i materiałów. Dysponując rachunkiem zysków i strat w wariantcie porównawczym niemożliwe było dokonanie obliczeń dla 3 przedsiębiorstw z branży IT, 5 przedsiębiorstw z sektora motoryzacyjnego, 2 spółek z WIG20 i 2 przedsiębiorstw zgłoszonych do upadłości. Dlatego też weryfikacja tego modelu odbyła się na podstawie próby 28 przedsiębiorstw.



Wykres 2. Poprawne wskazania modeli regresji logistycznej dla przedsiębiorstw zgłoszonych do upadłości
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 3. Poprawne wskazania modeli regresji logistycznej dla wszystkich przedsiębiorstw z próby badawczej
Źródło: opracowanie własne.

Biorąc pod uwagę wyniki zaprezentowane w tabeli 1 oraz wykresach 1, 2 i 3 należy wskazać, że poszczególne modele odznaczają się różną sprawnością ogólną.

Jak wynika z danych zaprezentowanych na wykresie 3. najlepszą sprawność ogólną wykazał model P. Stepnia i T. Strąka z 2004 r., która wyniosła 98%. Na 40 przedsiębiorstwach poddanych próbie analitycznej model tylko w jednym przypadku (sektor motoryzacyjny) źle zakwalifikował spółkę. Spółka ta w 2016 r. osiągnęła stratę na działalności gospodarczej co wpłynęło znacząco na wartość funkcji. Bardzo wysoką

sprawność wykazały również modele: D. Wędzkiego – model (1) – 90%, (5) – 93% i (8) – 93% oraz A. Hołdy z 2006 roku – 90%.

Najniższą sprawnością ogólną wykazał się model A. Hołdy (1) – 54%. Na 28 przedsiębiorstw, które zostały poddane badaniu²⁸, w przypadku 15 przedsiębiorstw została wskazana prawidłowa sytuacja finansowa. Model ten okazał się skuteczniejszy w przypadku weryfikacji przedsiębiorstw, dla których złożono wnioski o upadłość niż w odniesieniu do kontynuujących działalność. W omawianym modelu bardzo duży wpływ na wynik funkcji ma wskaźnik ogólnego zadłużenia, któremu przypisano wagę (- 7,98). Niskie wartości prognostyczne wykazały również modele M. Gruszczyńskiego – model (3) i (7), odpowiednio 65% i 73%.

Należy zauważyć, że niektóre modele lepiej sprawdzały się do oceny przedsiębiorstw, dla których złożono wnioski o upadłość, a niektóre lepiej do oceny przedsiębiorstw kontynuujących działalność.

Biorąc pod uwagę dane zaprezentowane na wykresie 2. największą trafność prognozy w odniesieniu do wszystkich przedsiębiorstw zgłoszonych do upadłości wykazały modele M. Gruszczyńskiego – model (3) i (7) oraz model P. Stępnia i T. Strąka z 2004 r. Modele te wykazały się 100% skutecznością. Najmniejszą skuteczność wykazały natomiast model (1) i (6) D. Wędzkiego, odpowiednio 62,5% i 25%.

Jednocześnie spośród spółek prowadzących działalność (wykres 1) najlepszą skutecznością wykazał się model (6) D. Wędzkiego – 100% oraz modele D. Wędzkiego – model (1) i (5) i P. Stępnia i T. Strąka z 2004 r. – 97%. Niską wartością prognostyczną odznaczyły się modele A. Hołdy (1) – 45% i M. Gruszczyńskiego (7) – 56%.

Na podstawie przeprowadzonych badań nie potwierdzono, że skuteczność modeli zwiększa się wraz ze wzrostem liczby wskaźników użytych do konstrukcji funkcji a więc przyjęta hipoteza badawcza została odrzucona. Model (7) D. Wędzkiego zawierający w swej budowie 6 wskaźników odznaczył się 83% skutecznością, a model A. Hołdy zawierający 5 wskaźników wykazał 54% skuteczność. Natomiast modele skonstruowane w oparciu o 2 wskaźniki autorstwa D. Wędzkiego (5) i (6) wykazały skuteczność odpowiednio 93% i 85%. Model P. Stępnia i T. Strąka z 2004 r., który wykazał najwyższą sprawność diagnostyczną, tj. 98% został zbudowany na podstawie 3 wskaźników analizy finansowej.

Na sprawność modeli wpływa wiele czynników:

- poszczególne modele zostały utworzone a następnie były testowane na pewnej zbiorowości przedsiębiorstw. Dokonując analizy konkretnego przedsiębiorstwa należy zapewnić zgodność z założeniami przyjętymi przez Autorów modeli, np. dotyczącymi branży, sumy przychodów, sumy aktywów.
- zmiana uwarunkowań gospodarczych. Modele utworzone na przestrzeni 25 lat testowane były w różnych warunkach mikro i makroekonomicznych. Przeprowadzone badania nie wykazały, by modele „młodsze” lepiej od odwzorowywały zagrożenie bankructwem przedsiębiorstwa od „starszych”.
- konstrukcja modelu. Funkcje regresji logistycznej składają się z kilku wskaźników analizy finansowej. Najprostsze nie zawierają wskaźników płynności, czy sprawności gospodarowania. Zastosowanie modeli dwuczynnikowych jest

²⁸ Patrz przypis nr 23.

o tyle ryzykowne, że bardzo mocno reagują na zmianę jednego ze wskaźników. Ponadto należy zwrócić uwagę, by do przedsiębiorstw np. usługowych nie stosować modeli zawierających wskaźniki uwzględniające zapasy.

- zastosowanie jednego modelu może prowadzić do błędnych ustaleń. W celu zminimalizowania ryzyka podjęcia błędnej decyzji konieczne jest zastosowanie do oceny kilku modeli.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę wyniki otrzymane na podstawie przeprowadzonych badań własnych, należy stwierdzić, że nie wszystkie modele regresji logistycznej pozwalają na dokonanie wiarygodnej oceny zagrożenia bankrutem przedsiębiorstwa. Najlepszy model spośród zaprezentowanych w niniejszym opracowaniu odznaczał się 98% skutecznością i błędnie sklasyfikował tylko jedno przedsiębiorstwo z sektora motoryzacyjnego. Dość dobrze oszacowały prawdopodobieństwo upadłości jeszcze 4 modele, których sprawność ogólna wyniosła co najmniej 90%. Najstabszy model skutecznie wskazał ryzyko lub brak ryzyka bankrutstwa tylko w 54%, a więc niemal co drugie przedsiębiorstwo zostało błędnie sklasyfikowane. Niską skuteczność wynoszącą poniżej 75% wykazało jeszcze 2 modele.

Odmianą sprawność modeli można również zauważyć biorąc pod uwagę błędy I i II rodzaju. Niektóre modele lepiej sprawdzały się bowiem do oceny przedsiębiorstw, dla których złożono wnioski o upadłość, a niektóre lepiej do oceny przedsiębiorstw kontynuujących działalność.

Przeprowadzone badania pozwalają również stwierdzić, że skuteczność modelu nie zależy od liczby wskaźników analizy finansowej ujętych w konstrukcji funkcji. Wśród modeli skonstruowanych w oparciu o funkcje zawierające od 2 do 6 wskaźników, najbardziej skutecznym okazał się model bazujący na 3 wskaźnikach.

W związku z różnorodnością wskazań poszczególnych modeli regresji logistycznej, w celu uniknięcia ryzyka przeprowadzenia niewiarygodnej oceny zagrożenia bankrutem przedsiębiorstwa, należy zastosować co najmniej kilka modeli logitowych. W mojej ocenie tak znaczna liczba zastosowanych modeli pozwoli na wykluczenie tych, które nie sprawdzają się do oceny konkretnego przedsiębiorstwa. Zastosowanie jednego lub dwóch modeli mogłoby prowadzić do błędnych ustaleń.

Z uwagi na zmieniające się warunki ekonomiczne konieczne jest cykliczne dokonywanie weryfikacji metod analizy finansowej pod kątem ich zdolności prognostycznej.

Literatura

- Antonowicz P.: *Zastosowanie macierzy klasyfikacji przedsiębiorstw do oceny zdolności predykcyjnych 52 modeli Z-Score*. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Nr 272/1, Zarządzanie i Marketing, z. 17/2010.
- Balina R.: *Skuteczność wybranych modeli dyskryminacyjnych na przykładzie branży robót budowlanych*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, nr 689/2012.
- Belyaeva E.: *On a new logistic regression model for bankruptcy prediction in the IT branch*. Department of Mathematics, Uppsala University, 2014.
- Durica M., Valaskova K., Janoskova K.: *Logit business failure prediction in V4 countries*. "Engineering Management in Production and Services", vol. 11, nr 4/2019.
- Gołębiowski G., Tłaczała A.: *Analiza ekonomiczno-finansowa w ujęciu praktycznym*. Difin, Warszawa 2005.
- Grochowina D.: *Wpływ metod imputacji danych na skuteczność klasyfikacyjną modelu logitowego zastosowanego do prognozowania upadłości przedsiębiorstw*, Acta Universitatis Nicolai Copernici, *Ekonomia XLV* nr 2/2014.
- Gruszczynski M.: *Modele mikroekonometrii w analizie i prognozowaniu zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*. Instytut Nauk Ekonomicznych PAN, Nr 34/2003.
- Halteh K.: *Bankruptcy prediction of industry-specific businesses using logistic regression*. "Journal of Global Academic Institute Business & Economics", vol. 1, nr 2/2015.
- Hołda A.: *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej ZH*. „Rachunkowość”, nr 5/2001.
- Hołda A.: *Zasada kontynuacji działalności i prognozowanie upadłości w polskich realiach gospodarczych*. Zeszyty Naukowe, Seria Specjalna: Monografie, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, nr 174/2006.
- Juszczyk S., Balina R.: *Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw spedycyjnych jako bankowe narzędzie decyzyjne*. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, nr 78/2009.
- Korol T.: *Systemy ostrzegania przedsiębiorstw przed ryzykiem upadłości*. Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2010.
- Korol T.: *Evaluation of the factors influencing business bankruptcy risk in Poland*. *Financial Internet Quarterly „e-Finanse”* vol.13, nr 2/2017.
- Lichota W.: *Wykorzystanie modeli logitowych do oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw funkcjonujących w specjalnych strefach ekonomicznych w Polsce*, [w:] *Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 440/2016.
- Mączyńska E.: *Ocena kondycji przedsiębiorstwa*. *Życie Gospodarcze*, nr 38/1994.
- Mączyńska E., Zawadzki M.: *Dyskryminacyjne modele predykcji bankructwa przedsiębiorstw*. *Ekonomista*, nr 2/2006.
- Pitera R.: *Ocena wiarygodności wybranych modeli wczesnego ostrzegania w badaniu kondycji finansowej przedsiębiorstwa*, [w:] *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 514/2018.
- Pociecha J., Pawełek B., Baryła M., Augustyn S.: *Statystyczne metody prognozowania bankructwa w zmieniającej się koniunkturze gospodarczej*. Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2014.
- Puagwatana S., Gunawardana K., *Logistic Regression Model for Business Failures Prediction of Technology Industry in Thailand*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2932026>, 2012.
- Rusiecki K., Białek-Jaworska A.: *Systemy wczesnego ostrzegania o zagrożeniu upadłością przedsiębiorstw z sektora budowlanego – porównanie analizy dyskryminacyjnej i modelu logitowego*. *Ekonomia. Rynek, gospodarka, społeczeństwo*, nr 43/2015.

Stępień P., Strąk T.: *Wielowymiarowe modele logitowe oceny zagrożenia bankructwem polskich przedsiębiorstw*, [w:] *Czas na pieniądź. Zarządzanie finansami. Finansowanie przedsiębiorstw w Unii Europejskiej* (red. D. Zarzecki). Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, t. 1/2004.
Wędzki D.: *Zastosowanie logitowego modelu upadłości przedsiębiorstw*. *Ekonomista*, nr 5/2005.

Abstract

The article presents selected logistic regression models that are used to analyze enterprises in terms of their risk of bankruptcy and changes in their financial situation. As it appears from the literature on finance, it is necessary to apply appropriate methods to assess the financial condition of an enterprise. Incorrect assessment may cause unpleasant consequences for the company, in the form of taking wrong decisions by managers, refusal to be granted a bank loan or failure to undertake cooperation with suppliers and customers. The aim of the article was to verify the effectiveness of the prediction of 12 logistic regression models, that allow for the assessment of an enterprise's bankruptcy risk and its future financial condition. The research sample was 40 companies, including 8 enterprises for which a bankruptcy petition had been filed. As results from the conducted research, individual models have different general efficiency, which ranged from 54% to 98%. In addition, it was seen that the efficiency of particular models does not increase with an increase of the financial analysis indicators used in the construction of the function.

The author concludes that in order to avoid the risk of making an unreliable assessment of the financial condition of a company, at least 10 logistic models should be used.

Keywords: logistic models, bankruptcy, risk assessment, regression analysis

JEL Codes: G17, G32, G33

Informacja o autorze:

dr Wojciech Lichota

Uniwersytet Rzeszowski, Instytut Ekonomii i Finansów,
Katedra Finansów i Rachunkowości
ul. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów, Polska
e-mail: wlichota@tlen.pl
ORCID: 0000-0001-5059-3439